


# المجلة العلمية للدراسات التاريخية والحضارية

# Scientific Journal of Historical and Civilizational Studies

**العدد الثاني**

**ديسمبر / 2018 م**

# كيفية حماية المعالم الأثرية المهددة بمياه البحر في مدينة سوسة

إعداد :

أ.محمد ابراهيم محمد عبد الواحد.

جامعة عمر المختار

**الملخص :**

يتناول هذا البحث المخاطر الناتجة من حركة الأمواج التي تتعرض له المعالم الأثرية القريبة من شاطئ البحر في مدينة سوسة، وإيجاد الحل الأمثل لحمايتها من تلك المخاطر. وقد تبين من خلال دراسة التغير الذي حدث على بعض هذه المعالم عبر العقود الماضية أن بعضها قد انهار أو أصابه الضرر، وهي عرضة لأضرار أكبر إذ لم تتوفر حلول لحمايتها.

وقد تم في هذا البحث دراسة الميناء الأثري المغمور بمياه البحر للتعرف على أسباب غمر المياه له، وكذلك تحديد التأثيرات الناتجة من تشييد نظام حماية على المعالم الأثرية المغمورة بالمياه. ثم استمر البحث بحصر المعالم القريبة من شاطئ البحر ودراسة المنطقة المستهدفة بتطبيق نظام الحماية للتعرف على الحل الأمثل وقابلية تنفيذه.

وقد توصل هذا البحث إلى نتيجة مهمة وهي إمكانية تنفيذ مصد على شكل حاجز بحري حجري على المنطقة المستهدفة بالحماية التي تمتد لمسافة 515 مترا تقريبا، غير أن التنفيذ الفعلي لهذا الحل يكمن في تعاون الجهات الحكومية المختصة مع مصلحة الآثار.

**المقدمة :**

لقد ركز الكثير من خبراء الآثار في العالم على التنبيه من التهديدات الناتجة عن النشاط البشري التي تتعرض لها المواقع الأثرية في الآونة الأخيرة، وخاصة في المناطق التي تعاني من نزاعات مسلحة، غير أنه يوجد هناك تهديدات طبيعية وبيئية للمواقع الأثرية الساحلية، حيث يعد هبوط مستوى الساحل وارتفاع منسوب مياه البحر أكبر تهديد تتعرض له العديد من تلك المواقع المشيدة على شواطئ البحر، حتى أصبح ارتفاع مستوى سطح مياه المحيطات والبحار يشكل تهديداً في المستقبل لمعظم مواقع التراث العالمي المعتمدة من اليونسكو، ويشمل ذلك التهديد مواقع تراثية عالمية في منطقة حوض البحر المتوسط مثل مدينتي نابولي والبندقية.[1]

إن ذلك التهديد لا يقتصر على مواقع التراث المعتمدة من منظمة اليونسكو فقط بل يمتد لمدنٍ ساحلية تحتوي على معالم أثرية مهمة مثل مدينة سوسة (أبولونيا). ولم يكن هناك أي مبادرة من قبل الجهات المسؤولة عن إدارة الآثار في إنشاء نظام حماية من مياه البحر للمعالم الأثرية في المدن الساحلية الليبية منذ بداية عمليات الكشف والتنقيب في البلاد وحتى وقتنا الحالي، وقد غمرت مياه البحر مرافق الميناء الأثري القديم في مدينة سوسة، مما شكل دليلاً واضحاً وجلياً على هبوط مستوى الساحل وارتفاع منسوب مياه البحر على مدى القرون المتتالية منذ الفترة الكلاسيكية إلى وقتنا الحاضر، ويمكن ملاحظة التغيرات على ملامح شاطئ المدينة منذ بداية القرن التاسع عشر إلى القرن الحادي والعشرين حسب الأدلة والخرائط التي دونّها الكثير من الرحالة الأوروبيون الذين زاروها آنذاك.

وتكمن أهمية هذا البحث في تحديد بعض طرق الحماية لبعض معالم مدينة سوسة الأثرية المهددة بغمر مياه البحر لها أو تسبب الأمواج في انجراف التربة أسفل أساسات الكثير من المباني. وللحد من هذا التهديد يقوم الباحث بدراسة المبادئ المتعلقة بكيفية حماية الشاطئ والمباني الأثرية المشيدة عليه من الأضرار الناتجة عن قوة حركة الأمواج والتيارات البحرية، كما يقوم الباحث كذلك بحصر المعالم الأثري القريبة من الشاطئ وتحليل أية تأثيرات جانبية أو أضرار لتلك المعالم جراء تنفيذ الحماية المقترحة. ويعد الهدف الأساسي لهذا البحث كيفية حماية المواقع الأثرية المهددة بالتغيرات الطبيعية من أجل المحافظة على التراث الثقافي، ولذا يجب البحث عن حلول ملائمة للتقليل من خطر هذا التهديد الطبيعي، حيث يقترح الباحث تشييد مصد للأمواج على طول امتداد منطقة الشاطئ المستهدفة بالحماية، وبعد الانتهاء من هذا المشروع ستكون نتيجة هذا المصد توفير حماية للمعالم الأثرية المهددة بالانهيار أو غمر مياه البحر لها.

---

[1] Ben Marzeion & Anders Levermann, “Loss of cultural world heritage and currently inhabited places to sea-level rise”, Environmental Research Letters, (Vienna, 2014), pp. 3-9;

تعتبر التغيرات المناخية وبالتحديد ارتفاع مستوى سطح البحر من التهديدات البيئية لأن أحد أهم عواملها هو النشاط البشري المسبب لزيادة في انبعاث الغازات المساهمة في رفع درجة حرارة الأرض، بينما هبوط أو ارتفاع مستوى اليابسة في المناطق الساحلية الناتجة من تحركات اللوحات التكتونية يعد من العوامل الطبيعية التي لها تأثير مباشر في ارتفاع مستوى سطح البحر. حسب تقرير الباحثين هناك 136 موقع مدرجة على قائمة اليونسكو لمواقع التراث العالمي ستتأثر بارتفاع مستوى مياه المحيطات والبحار ومنها تمثال الحرية Statue of Liberty وقاعة الاستقلال Independence Hall في الولايات المتحدة الأمريكية وبرج لندن Tower of London ودار الأوبرا في سيدني Sydney Opera House.

إن منهجية البحث والمبادئ المستخدمة لدراسة نواحي هذه الظاهرة تختلف اختلافا كبيرا بين الباحثين حسب الغرض منها. وبما أن الهدف الأساسي من هذه الدراسة هو تقديم مقترح عملي لحماية المعالم الأثرية المهددة، قابل للإنجاز حالما توفرت الموارد المالية لذلك، لذا اتبع الباحث عدة مناهج منها التحليل الكيفي Qualitative Analysis والمنهج الوصفي Descriptive Methodology لتفسير دراسات الحفريات للمعالم الأثرية القريبة من الشاطئ، وتوضيح تقارير أعمال التنقيب تحت الماء في ميناء سوسة الأثري المغمور بمياه البحر من أجل معرفة أسباب المسألة الرئيسية التي يعالجها هذا البحث والوصول إلى اقتراح الحلول المناسبة. وليس كل ساحل مدينة سوسة الأثرية معرضاً للارتفاع المتسارع في مستوى سطح البحر بنفس الدرجة وذلك لتفاوت طبوغرافية اليابسة والتي تشمل مناطق منخفضة ومناطق مرتفعة، ولذا يعد ارتفاع مستوى سطح البحر الناتج عن التغير المناخي في المناطق المنخفضة مسألة في غاية الأهمية. والأسلوب الذي اتبعه الباحث هو تحديد المناطق المنخفضة في مدينة سوسة الأثرية وتصنيف المعالم الأثرية القريبة من الشاطئ حسب درجة تعرضها لتهديد ارتفاع منسوب مياه البحر، وقد تم هذا بواسطة دراسة الخرائط الطبوغرافية ومعاينة الباحث الميدانية للموقع. ومن الممكن معالجة كل من التغيرات الطبيعية والتغيرات الناتجة عن النشاط البشري في المنطقة الساحلية عن طريق تشييد وسائل تحمي الشاطئ والمباني الأثرية الواقعة عليه من تلك التغيرات، حيث أن الخطوط العريضة لمعايير تصميم وسيلة الحماية تتم من خلال الاستعانة بمجال الهندسة المدنية وخاصة فرع الهندسة الشاطئية المتعلق بالإنشاءات في المناطق الساحلية. ويكون التركيز على إنشاء مصد للأمواج مصمم لمنع وصول مياه البحر لتلك المعالم وغمرها وكذلك لحماية الشواطئ من التآكل والانجراف الناتج أساسا من أمواج البحر. وبما أنه يوجد تباين كبير في طبيعة معظم حلول حماية الشواطئ والمشاكل التي تواجهها حسب الموقع، وعليه يتطلب أي حل معين دراسة منهجية وشاملة، بحيث تكون البداية هي تعريف واضح للمسألة ودراسة أسبابها والأهداف المتوقعة من الحل. وبما أنه في أغلب الأحيان يكون هناك أكثر من طريقة لإنجاز الأهداف السريعة، لذا يجب دراسة تأثيرات كل وسيلة على المدى القصير والطويل أثناء مرحلة تصميم هذه المشاريع من أجل مراعاة جميع التأثيرات البيئية والمصالح والأضرار حين تحديد مسوغات طرق الحماية.

وقد استعان الباحث بدراسة نيكلوس فلمنج Nicholas Flemming بعنوان *Apollonia, a model harbor* عن ميناء سوسة الأثري المغمور تحت مياه البحر، ودراسته الثانية عن الميناء الأثري بعنوان *Apollonia Revisited*، أما عن أدلة تغير مستوى سطح البحر في الفترات الكلاسيكية فهي في دراسته بعنوان *Underwater survey of Apollonia; preliminary report*، وكذلك كتابه بعنوان *Cities in the Sea* للتعرف على موقع معالم ومرافق الميناء المغمورة بمياه البحر.[1] أما عن المسوح الطبوغرافية للمدينة

---

[1] Nicholas C. Flemming, 'Apollonia, a model harbor', Structures Under Water, vol. 18, (1961), pp. 174-175; __________, 'Apollonia Revisited', Geographical Magazine, no. 33, (1961), pp. 522,530; __________, "Underwater survey of Apollonia; preliminary report", in Taylor, J. du Plat (ed.), Marine Archaeology, Hutchinson, (London, 1964), pp.168-178; __________, Cities in the Sea, Doubleday& Co., Inc., (New York, 1971).

التي قامت بها بعثة جامعة ميتشيجن Michigan University فقد تم نشرها في دراسات دونالد وايت D. White الأولى بعنوان *Excavations at Apollonia, Cyrenaica* والثانية بعنوان *Cartographic Surveys, Town Plan and Aqueduct*.[1] كما استعان الباحث بالدراسات الأثرية لميناء المدينة المغمور بمياه البحر البعثة الأثرية الفرنسية خلال أعوام 1995 إلى 1997 تحت إشراف أندريه لاروند A. Laronde والتي تم نشرها بعنوان *Mission Archeologique Francise en Libya: Rapport sur la Campagne de Fouilles de Septembre 1995 a Apollonia*.[2] وأما ما يخص الأنواع المختلفة لأنظمة حماية الشواطئ ومعايير اختيارها فقد استعان الباحث بدليل هندسة حماية الشواطئ *Shore Protection Manual* الذي تم إعداده من قبل مركز أبحاث الهندسة الشاطئية The Coastal Engineering Research Center (CERC) التابع لهيئة مهندسين الجيش بالولايات المتحدة الأمريكية US Army Corps of Engineers، وقد تأسس هذا المركز في ثلاثينيات القرن العشرين، ويستمر في الأبحاث الشاملة وبرنامج تطوير تقنية الهندسة الشاطئية (بما فيها حماية الشواطئ وتقنية هندسة الإنشاءات البحرية.[3]

ويستعرض الباحث في القسم الأول من هذا البحث القياسات الأساسية التي أجريت على بعض مرافق الميناء الأثري القديم في مدينة سوسة وتحليل أسباب غمر مياه البحر له، ثم في القسم الثاني يقوم بحصر لأهم المعالم الأثرية القريبة من الشاطئ والمهددة بمياه البحر، وبعد ذلك ستتم معاينة المنطقة المستهدفة بمشروع الحماية، وفي آخر قسم من البحث تتم مناقشة اختيار النوع المناسب للحماية وتحديد الخطوط العريضة لمعايير التصميم، وفي الخاتمة يتم ذكر أهم نتائج وتوصيات البحث.

**أسباب غمر مياه البحر للميناء الأثري القديم :**

أصبح مجال أعمال التنقيب تحت الماء مجالاً رئيسياً في علم الآثار بعد التطورات في تقنية الغوص التي حدثت في خمسينيات القرن العشرين، حيث نظمت المدرسة البريطانية في أثينا British School at Athens أعمال التنقيب تحت الماء أولاً في السواحل الجنوبية والشرقية لجزيرة خيوس Chios ثم في ميناء خيرسونيزوس Chersonesos في جزيرة كريت الذي يعود للفترة الرومانية.[4] وكذلك قام الباحث م. جاي M. Guy بالتنقيب تحت الماء في ميناء ناربون Narbonne جنوب فرنسا.[5] وقامت بعثة جامعة كامبريدج University of

---

[1] D. White, "Cartographic Surveys, Town Plan and Aqueduct", Libya Antiqua, vol. IV, (1976), pp. 29, 40, with contributions by R. G. Goodchild and J. G. Pedley; __________, "Excavations at Apollonia, Cyrenaica", American Journal of Archaeology, vol. 70, (1966); _________,"The city defenses of Apollonia", in supp. Libya Antiqua, IV, (1976), pp.

[2] Laronde, Andre, "Mission Archeologique Francise en Libya: Rapport sur la Campagne de Fouilles de Septembre 1995 a Apollonia", Libya Antiqua, vol. III-IV, (1996-1997), pp. 182, 187, pp. 236-243, pp. 162-166.

[3] US Army Corps of Engineers, Shore Protection Manual, vol. II, Coastal Engineering Research Center, (Washington, D. C., 1984).

يعد مجال الهندسة الشاطئية فرع متخصص من الهندسة المدنية وهو مزيج مركب للعديد من مجالات العلوم الطبيعية والهندسية، ويعالج هذا المجال كلا من التغيرات الطبيعية والبشرية في المناطق الساحلية ونظام الحماية من هذه التغيرات بتشييد إنشاءات الحماية أو نظام حماية بدونها، وبالرغم من أن هذا الدليل يركز أصلاً على حماية الشواطئ، على سبيل المثال، إنشاءات مصممة لتثبيت الشواطئ ضد التعرية والتآكل الناتج أساساً عن حركة أمواج البحر، إلا أن معظم المادة قابلة للتطبيق في تصميم الموانئ وإدخال تحسينات على ممرات الملاحة البحرية.

[4] N. Flemming, "Underwater survey of Apollonia; preliminary report", Marine Archaeology, p. 168.

[5] Ibid.

Cambridge تحت إشراف نيكلوس فلمنج بأول عملية تحديد لميناء سوسة الأثري المغمور بمياه البحر أثناء عام 1958، حيث تم تحديد امتداد الميناء المغمور بالمياه ما بين الجزيرتين الشرقية والغربية والشاطئ على مسافة 400 متر من الشمال إلى الجنوب، فيما يمتد الميناء من الشرق إلى الغرب لمسافة 1.2 كيلومتر.[1] أما عن عمق المياه يتراوح من 2.5 إلى 5 أمتار فيما عدا الحوض الشرقي حيث يصل عمق المياه إلى 8 أمتار في عدة أماكن.[2] وقامت هذه البعثة بتحديد منطقة تكسر الأمواج على الشاطئ بحيث كونت هذه المنطقة فاصلاً ما بين موقع المدينة الأثري على اليابسة وموقع الميناء المغمور بالمياه، لأن قوة الأمواج قامت بتفتيت وتحريك جميع أساسات المباني المتواجدة على الشاطئ عبر مئات السنين، وعرض هذه المنطقة يتراوح ما بين 10 إلى 50 متراً.[3] ويعد ميناء سوسة الأثري أحد أفضل النماذج المتبقية من الموانئ الإغريقية الهلنستية في حوض البحر المتوسط نظرا لوجود معظم مرافقه في حالة جيدة تحت مياه البحر.[4]

وتم استئناف عمليات التنقيب تحت الماء في الميناء الأثري القديم خلال أعوام 1995 إلى 1997 من قبل البعثة الأثرية الفرنسية في الحوض الغربي للميناء الأثري وتم دراسة أماكن إيواء السفن Shipsheds (C5 في الشكل 1) التي تقع شمال الحوض الغربي، والحاجز الحجري الذي يبلغ طوله 55.5 مترا ويقع إلى الجنوب من أماكن إيواء السفن، والرصيف الشمالي للحوض الغربي، والممر المائل Entrance Channel الرابط ما بين الحوضين الغربي والشرقي للميناء (C10 في الشكل 1)، والرصيف الجنوبي للحوض الغربي.[5] ثم تركز التنقيب تحت الماء في عام 1996 على تحديد مداخل ميناء المدينة الأثري والتحوير والإضافات في الممر المائل الرابط ما بين حوضي الميناء الغربي والشرقي خلال الفترتين الهلنستية والرومانية.[6] كما قامت البعثة الفرنسية بدراسة بعض المرافق في الجهتين الشرقية والجنوبية من الحوض الغربي للميناء ومنها أرصفة الميناء وأساسات مجموعة من مخازن الميناء.[7] وقد أنهت البعثة الأثرية الفرنسية أعمال التنقيب في الميناء المغمور بمياه البحر عام 1997 بدراسة الحوض الشرقي للميناء ودراسة الجهة الشرقية من الممر الرابط بين الحوضين.[8]

---

[1] N. Flemming, Marine Archaeology, pp. 168-169.
[2] Ibid.
[3] Ibid., p. 169.
[4] Little, J. H., "Harbours and Settlements in Cyrenaica", Libyan Studies, vol. 9, (1977 – 1978), p. 45;
تتوفر في ميناء أبوللونيا المغمور تحت مياه البحر عدة ملامح فريدة من نوعها منها التاريخ المبكر نسبيا مابين القرنين السابع والسادس ق.م، ولاحقاً أثناء فترة على مستويات أحدها فوق الأخر، فلم يتم العثور على ميناء مماثل يعود Trireme المعارك البحرية التي استخدمت فيها السفن ذات ثلاث صفوف من المجاديف لهذا التاريخ. ومعظم مرافق منطقة الميناء المغمور وهياكل الأرصفة موجودة في حالة جيدة، وما تحويه هذه المرافق من مباني مختلفة وتقنيات قديمة لها وظائف البعض منها لا تزال بدون تفسير. وكذلك وجود نظام كامل للتحصينات البحرية والجدران البحرية ولحواجز الأمواج البحرية المشيدة بالكتل الحجرية ودبش الحجارة بالرغم من انهيارها. بالإضافة إلى وجود طبقات متعددة لثلاثة أجيال من المباني على رصيف الميناء محفوظة في سياق التسلسل الطبقي من فترة الاستيطان المبكر حوالي 600 ق.م إلى الفترتين الهلنستية والرومانية؛ للمزيد راجع:Stratigraphies للحفريات
Nicholas C. Flemming, Cities in the Sea, Doubleday& Co., Inc., (New York, 1971); Baika, K., “Shipsheds of the Ancient Mediterranean”, Apollonia, Cambridge University Press, eds. D. Blackman and B. Rankov, (2013), pp. 294-306.
[5] Laronde, Andre, "Mission Archeologique Francise en Libya: Rapport sur la Campagne de Fouilles de Septembre 1995 a Apollonia", Libya Antiqua, vol. III-IV, (1996-1997), pp. 186,187;
الفرنسية في ليبيا تم تكليفها من قبل مركز الأبحاث عن الآثار في ليبيا، جامعة باريس – السوربون. وتجدر الإشارة إلى أن البعثة الأثرية
Centre de Recherches sur la Libye Antique de l’Universite de Paris-Sorbonne.
[6] Ibid., pp. 240-242.
[7] Ibid., pp. 242-243.
[8] Ibid., pp. 162, 163.

وحسب القياسات التي قام بها نيكلوس فلمنج لمنزلقات إيواء السفن Slipways في الجزيرة الغربية التي تقع في الحوض الغربي من الميناء ( A9 إلى B9 في الشكل 1) والتي يتراوح عمقها عند بداية منحدر المنزلق ما بين 1.8 متر إلى 50 سنتيمتر أثناء تشييدها في فترة الاستيطان المبكر (600 إلى 500 ق.م)، وبما أن العمق الحالي هو 2.8 متر، إذن مستوى مياه البحر في تلك الفترة التي يرجح فيها تشييد تلك المنزلقات كان منخفضا بمقدار مترين عن مستوى البحر حالياً، مما يعني أن الساحل قد هبط بمقدار مترين منذ ذلك الزمن.[1] ويبدو من مخطط حوض الأسماك piscine الذي يوجد أسفل الأكروبلوس في أقصى الحوض الشرقي (F16 في الشكل 1) أن الحافة التي هي الآن بعمق 2.5 مترا تحت سطح الماء كانت في الأصل ممر توجد به عدة درجات تقود من هذا الممر إلى أسفل الحوض وبما أنه لا توجد حركة مد وجزر كبيرة في البحر المتوسط، فقد كان من الشائع تشييد الأرصفة والطرق في الموانئ المحمية من الموج على ارتفاع عدة سنتيمترات فقط ولذلك فأن هذا يعد دليلاً آخر على ارتفاع مستوى مياه البحر بمقدار حوالي المترين مما يدل على هبوط الساحل بهذا المقدار تدريجيا من الفترة الرومانية وحتى وقتنا الحالي.[2] ويتضح كذلك من أرضية النفق Tunnel في صخور الجريتو Grotto Reef (B4 في الشكل 1) أن مستوى سطح البحر قد كان منخفضاً نسبياً بأكثر من 2 متر عندما كان النفق قيد الاستعمال.[3]

وقام فريق البعثة الأثرية الفرنسية بإجراء دراسة إضافية على أبراج الممر المائي بين حوضي الميناء، وكانت نتيجة هذه الدراسة تقدير الفرق في مستوى البحر عند 3.5 متر، وقد اعتمدت هذه النتيجة على وجود إشارات من بقايا الأصداف البحرية التي تنمو على الصخور الكلسية Lithophaga على جوانب الأبراج.[4] وقد تم اختبار هذا المستوى على جميع المعالم المغمورة في الميناء وأدى إلى نتيجة مقبولة لحوالي 90% من تلك المعالم.[5] وبالإضافة إلى ذلك، سطح الجدران أسفل الأبراج الدفاعية في الممر المائي بين الحوضين منحوت من الصخور في الموقع مما يوحي بأنها كانت في السابق فوق مستوى سطح البحر.[6]

لقد ازدادت معرفة الأسباب العديدة المحتملة لتغير مستوى البحر منذ الأبحاث المبكرة في الخمسينيات إلى الثمانينيات من القرن العشرين، ولذا تعد الملاحظات المذكورة أعلاه صحيحة بصفة عامة، ولكن اصبح هناك تطورا في شرح تلك النتائج بناءً على الأبحاث الحديثة. أكدت هذه الأبحاث .

---

[1] N. Flemming, Marine Archaeology, pp. 177-178.
[2] Ibid., p. 178.
[3] N. Flemming, Cities in the Sea, p.111
ويعد النفق من المعالم الأثرية الاستثنائية الرائعة في المدينة، ويبلغ طوله حوالي 17 مترا وبارتفاع 2 متر وبعرض متر واحد وله أرضية مستوية تماماً، ويواجه مدخل النفق الحوض الغربي للميناء الأثري القديم ويؤدي إلى مرتفع صخري في الشمال الغربي، حيث يرجح إما أن يؤدي النفق إلى تحصينات دفاعية أو محاجر، للمزيد راجع:
N. Flemming, Cities in the Sea, pp. 107-108.
[4] Baika, K., "Shipsheds of the Ancient Mediterranean", Apollonia, Cambridge University Press, eds. D. Blackman and B. Rankov, (2013), pp. 295-296.
[5] Ibid.
[6] Ibid.

**الشكل (1): خريطة مدينة سوسة الأثرية تبين مرافق الميناء القديم والمعالم الأثرية القريبة من الشاطئ**

**المصدر:** Nicholas C. Flemming, **Cities in the Sea**, Doubleday& Co., Inc., (New York, 1971)

حسب معيار ضبط التوازن المائي الجليدي (GIA) Glacial Hydro Isostatic Adjustments ارتفاعا لمستوى مياه البحر في هذه المنطقة ما بين 30 إلى 50 سنتيمتر خلال الألفي سنة الماضية.[1] ولكن، كان هناك اختلافا كبيرا في ارتفاع مستوى البحر في أماكن عديدة لأنها تشمل أيضاً التحركات التكتونية Tectonic movements والتي كانت في مدينة سوسة على الأغلب على شكل هبوط في مستوى الساحل.[2] بينما يعد الجبل الأخضر بصورة عامة منطقة مستقرة جيولوجيا، ولا توجد أدلة على تحركات كبيرة للطبقات الجيولوجية التي تعرف بالألواح الصخرية التكتونية Tectonic plates حيث قام الجيولوجيون بدراسة الطبقات الصخرية على عمق ستة أمتار في عدة مواقع ساحلية من درنة حتى بنغازي وكانت نتيجة هذا الفحص عدم وجود أي حركة كبيرة للطبقات الصخرية على طول هذا الامتداد.[3] غير أن خبير الجيولوجيا في شركة أسو النفطية .Esso Oil Co ب. هاورد P. Howard قد تعرف على عدة تصدعات صخرية Faults بالقرب من مدينة سوسة والتي يمكن أن تكون تفسير لهبوط مستوى الساحل.[4]

وبالنظر إلى بيانات الأدلة في فترات مختلفة: الأولى من منزلقات السفن حوالي 500 ق.م، والثانية من أبراج حماية الممر المائي بين الحوضين المؤرخة في ما بين الفترتين الرومانية والبيزنطية، نجد أن هذه الأدلة تشير إلى ارتفاع مدينة سوسة بحوالي 50 سنتيمتر ما بين التاريخين وربما بمقدار أعلى. ويرجح أن يكون السبب نشاط زلزالي (تحركات تكتونية) وذلك لعدم وجود أدلة في المواقع الأثرية الأخرى في البحر المتوسط عن هبوط في معيار ضبط التوازن المائي الجليدي (GIA) أثناء هذه الفترة.[5] إذن، طوال ألفي سنة هبطت المدينة حوالي 3 متر، ويعد هذا التغير النسبي في مستوى سطح البحر مكون من حوالي 30 إلى 50 سنتيمتر في ارتفاع مستوى سطح البحر الناتج من معيار ضبط التوازن المائي الجليدي (GIA) و ما بين 2.5 إلى 2.7 متر من هبوط الساحل الناتج من التحركات التكتونية.[6]

---

[1] Morhange, C., "Ports antiques et variations relatives du niveaumarin", Géochronique, no.130, (2014), pp.21-24;
ضبط التوازن المائي الجليدي (GIA) Glacial Hydro Isostatic Adjustments هو عبارة عن ردة فعل مستوى البحر والقشرة الأرضية على ذوبان الغطاء الجليدي في نهاية آخر تجمد. لأكثر التقديرات دقة عن سبب التغير النسبي في مستوى البحر على الشواطئ التونسية والليبية راجع:
Anzidel, M., Antonioli, F., Lambeck, K., Benini, A., Soussi. M., & Lakhdar, R., "New insights on the relative sea level change during Holocene along the coasts of Tunisia and western Libya from archaeological and geomorphological markers", Quaternary International. no. 232, (2011), pp. 5-12,;
وراجع كذلك:
Lambeck, K. & Purcell, A., "Sea-level change in the Mediterranean Sea since the LGM: model predictions for tectonically stable areas", Quaternary Science Review, no.24, (2005), pp. 1969-1988.

[2] للمزيد عن العمليات التكتونية وأنشطة الزلازل في ليبيا، راجع:
Ambraseys, N.N., "Material for the investigation of the seismicity of Tripolitania (Libya)", Boll. Geof. Teor., Appl., no. 26, (1984), pp. 143-153; __________, "Material for the investigation of the seismicity of Libya", Libyan Studies, no. 25, (1994), pp. 7-22.

[3] N. Flemming, Marine Archaeology. p. 169.

[4] Ibid.

[5] Tsimplis, M., Spada, G., Marcos, M., & Flemming, N.C., "Multi-decadal sea level trends and land movements in the Mediterranean Sea with estimates of factors perturbing tide gauge data and cumulative uncertainties", Global and Planetary Change, (2011), pp. 63-76.

[6] Ibid.

وإذا ما كانت هذه القياسات صحيحة، فإن مستوى سطح البحر كان منخفضا بمقدار 2.5 مترا عن المستوى الحالي لعدة قرون تلت الاستيطان المبكر، وقد كان أسفل منزلقات السفن في الجزيرة الغربية على الأقل 30 سنتيمتر تحت سطح الماء. وأثناء الفترتين الرومانية والبيزنطية حدث ارتفاع في طبوغرافية المدينة بحوالي 50 سنتيمتر، فأصبحت منزلقات السفن والأرصفة جافة تماما، وتقلص قطر الحوض الغربي للميناء مما أدى إلى وجود حاجة لتشييد مجموعة أخرى جديدة من المرافق لتلائم تقلص قطر الحوض والذي تفاوت ما بين 25 إلى 50 مترا أقل من قطر واجهة الميناء السابقة.[1] وأخيراً، أثناء الفترة الرومانية المتأخرة أو بعدها (ربما في زلزال عام 365م)، أصبحت المدينة مغمورة بالمياه بحوالي 3 إلى 3.5 مترا.[2] وتعد التواريخ والأحداث المذكورة أعلاه مجرد تقديرات تقريبية، ولكن هناك دليل قاطع عن وجود تعديل لمباني ومرافق الميناء لتلائم مستويين مختلفين لسطح البحر في تواريخ مختلفة.[3] تقلص قطر الحوض الغربي بحوالي 25-50 مترا بعد مرحلة الارتفاع، وأصبحت بعض مباني ومرافق الواجهة البحرية غير صالحة للاستعمال وعند ذلك ازدادت أهمية الحوض الشرقي. وعلى الأرجح وجود اختلاف في ارتفاع منسوب مياه البحر في حوض البحر المتوسط من منطقة إلى أخرى كما تشير بقايا المعالم الأثرية المغمورة بالمياه في مدينة الإسكندرية والمنطقة الساحلية المحيطة بها والتي تتكون من عدة بلدات ومرافئ ومباني أخرى تعود للفترات الإغريقية والهلنستية والرومانية والبيزنطية حيث تم قياسها على عمق 5 إلى 7 أمتار في خليج أبوقير.[4]

أما عن الفترة الحديثة، فليس هناك مجال للشك في التغيرات التي حدثت على شاطئ مدينة سوسة منذ بداية القرن التاسع عشر إلى القرن العشرين وذلك لهبوط مستوى الساحل وارتفاع منسوب مياه البحر خلال هذه الفترة؛ ويتضح ذلك حين النظر إلى خريطة الأخوين بيتشي للمدينة في عام 1827 (الشكل 2) حيث أن الكثير من المعالم الأثرية التي كانت موجودة على الشاطئ آنذاك لم تكن مغمورة بمياه البحر مثل رصيف الحوض الشرقي ورصيف الحوض الغربي للميناء بجميع مرافقه ومنزلقات إيواء السفن في الجزيرة الغربية إضافة إلى الأبراج التي تحمي مدخل الممر المائي بين الحوضين.[5] ويبدو من تلك الخريطة أن حافة شاطئ المدينة كانت على مسافة 150 متراً شمال موقعها الحالي.[6] وقد استمرت هذه التغيرات على شاطئ المدينة خلال القرن العشرين كما تدل على ذلك مقارنة صور الباحثين الأثريين للمعالم القريبة من الشاطئ حوالي منتصف القرن بالصور التي التقطت لنفس المعالم في القرن الواحد والعشرين.[7]

---

[1] Ibid.
[2] Ibid;
إن حقيقة حدوث زلزال عام 365 م قد تحث بعض الباحثين على ربط ذلك الحدث الجيولوجي بهبوط مستوى الساحل، ولكن إلى الآن لا توجد أي أدلة لهذا الربط وعلى الأرجح أن هبوط مستوى الساحل قد حدث تدريجيا؛ راجع:
N. Flemming, Marine Archaeology, p. 178.
[3] Ibid.
[4] Omran El Sayed Frihy & Essam A. Deabes et al., “Alexandria-Nile Delta coast, Egypt: update and future projection of relative sea-level rise", Environmental Earth Sciences, July 2010, pp. 117-130.
[5] N. Flemming, ‘Apollonia, a model harbor’, Structures Under Water, vol. 18, (1961), pp. 174-175, fig. 1.
[6] N. Flemming, Marine Archaeology, p. 176.
[7] بالمقارنة ما بين صورة في أرشيف صور مراقبة آثار شحات تبين حجارة رصف شارع الديكومانوس في الستينيات من القرن العشرين التقطتها البعثة الأثرية لجامعة ميتشيجن (الصورة 3) في هذا البحث، وصورة في عام 2012م تبين سقوط حجارة رصف شارع الديكومانوس في البحر (الصورة 4) في هذا البحث.

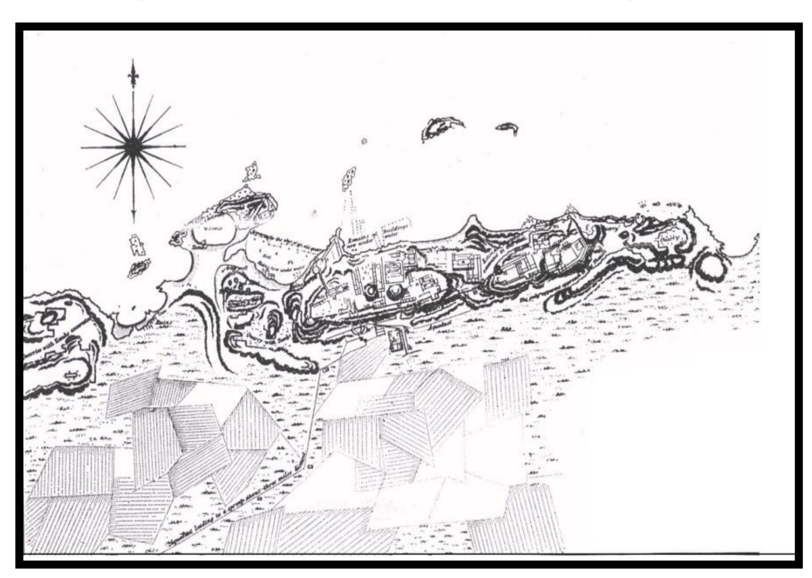
### حصر المعالم الأثرية القريبة من الشاطئ والمهددة بمياه البحر

توجد عدة معالم أثرية كبرى في القطاع الغربي من المدينة تعود للفترات الهلنستية والرومانية والبيزنطية، وتتنوع وظائفها من إنشاءات دفاعية ومباني مدنية عامة ودينية مثل الأسوار وأبراجها والحمامات العامة والكنائس. وتعد بعض من هذه المباني مهددة حالياً بمياه البحر وخصوصاً في فصل الشتاء، وهي: البرج المستدير "البرج I" والبوابة الغربية (H1 في الشكل 1)، وما تبقى من حجارة رصف الشارع الرئيسي الممتد من الشرق للغرب (الديكومانوس ماكسيموس، H12 إلى G6 في الشكل 1)، والحمامات الرومانية العامة وما يسمى بالحمامات البيزنطية الغير مستكملة (H7 و H6 في الشكل 1)، والكنيسة الشرقية (H10 في الشكل 1).[1] وقد يصل خطر المياه حتى إلى الأسوار المحاذية للبوابة الغربية وكذلك إلى الكنيسة الغربية (I2 في الشكل 1)، وكذلك يصل تهديد مياه البحر إلى بقايا أساسات خشبة المسرح لمبنى المسرح الهلنستي-الروماني (H18 في الشكل 1) في القطاع الشرقي خارج تحصينات المدينة الأثرية مباشرة.

يعد البرج المستدير"البرج I" من أهم المعالم الهلنستية الأكثر عرضة للانهيار حيث يوجد تصدع في جزء كبير منه ناتج عن حركة الأمواج القوية، حيث وصلت أمواج البحر إلى مستوى أعلى من الجهة الشرقية للبرج المستدير (الصورة 1)، وقد أكدت بعثة جامعة ميتشيجن Michigan University في الستينات من القرن العشرين تهديد مياه البحر لكل من البرج الأول المستدير والبوابة الغربية ويبدو انهيار كامل المبنى احتمال وارد.[2] ويلاحظ



**شكل (2): خريطة مدينة سوسة في الربع الأول من القرن التاسع عشر للأخوين بيتشي Beechey, F., & H. W.**



D. White, “Cartographic Surveys, Town Plan and Aqueduct”, **Libya Antiqua**, vol. IV, 1976,

---

[1] ورقة عمل بعنوان "كيفية حماية البرج الأول المستدير أحد معالم مدينة سوسة المهددة بمياه البحر"، تم تقديمها من قبل الباحث في مؤتمر الملتقى الثاني لخبراء الآثار الوطنيين الذي أنعقد في مدينة بنغازي ما بين 20 -23 سبتمبر 2016. والجدير بالذكر أن هناك جدل حول وظيفة ما يسمى بالحمامات البيزنطية الغير مستكملة، حيث يشير رينيه ريبوفات R. Rebuffat أن المبنى منشأة صناعية خاص إما بدباغة الجلود أو الصباغة أو تجفيف وتحضير السمك، ويؤيد أندريه لاروند A. Laronde هذا الترجيح حيث يشير إلى أن المبنى هو منشأة صناعية؛ للمزيد راجع:
R. Rebuffat, J. D. Joulia, G. Monthel & E. Lenoir, “Note Preliminaire sur les Grande Therms d'Apollonia”, Libya Antiqua, vols. 15-16, (1978-1979), p. 269; A. Laronde, "Apollonia de Cyrenaique: Archeologie et Histoire", Journal des Savants, Paris, De Boccard Edition Diffusion, (Janvier – Juin 1996), p.42.

[2] D. White, "The city defenses of Apollonia", in supp. Libya Antiqua, IV, (1976), p. 106.

تساقط كتل حجرية متفاوتة الحجم في الجهة الغربية للبرج الأول حيث كونت هذه الكتل حاجز كاسر للأمواج مما منع وصول مياه البحر إلى أساسات البرج من هذه الجهة (الصورة 2)، وهذا يشير إلى أن الحل الأمثل لحماية المعالم الأثرية القريبة من شاطئ البحر هو تشييد مصد للأمواج على طول المنطقة المستهدفة التي تقدر بمسافة 515 مترا.[1]

كما يشمل تهديد مياه البحر حجارة رصف الشارع الرئيسي للمدينة (الديكومانوس) حيث تبين صورة قديمة التقطتها بعثة جامعة ميتشيجن (الصورة 3) وجود معظم حجارة رصف الشارع في حالة جيدة آنذاك، وعند مقارنة هذه الصورة بالصورة التي قام الباحث بأخذها لنفس الموقع عام 2012م (الصورة 4) يتضح انهيار أجزاء كثيرة من حجارة الرصف خاصة الجزء الذي تطل عليه مباني الحمامات الرومانية العامة وما يعرف بالحمامات البيزنطية. وكلما طالت الفترة الزمنية بدون وجود حماية لحجارة رصف الشارع، ازداد احتمال الانهيار الكلي لما تبقى منها. وهذا التهديد بالانهيار جراء مياه البحر لحجارة رصف الشارع الرئيسي قد يصل لمباني كل من الحمامات الرومانية العامة وما يسمى بالحمامات البيزنطية الغير مستكملة والتي تقع على مسافة أمتار قليلة من الشارع الرئيسي. أما بالنسبة لمبنى الكنيسة الشرقية التي تبعد حوالي 35 مترا من الشاطئ فهي أيضاً مهددة بمياه البحر ولكن بدرجة أقل من المعالم الأثرية المذكورة أعلاه. ولهذا يكون شاطئ القطاع الغربي من المدينة الأثرية الممتد من البرج الأول إلى نهاية شارع الديكومانوس هو المنطقة الرئيسية المستهدفة بالحماية من الأمواج والتيارات البحرية، أما في القطاع الشرقي من المدينة الأثرية فالمنطقة المستهدفة بالحماية هي الشاطئ القريب من مبنى المسرح الهلنستي–الروماني (الصورة 5)، ويمتد هذا الشاطئ لمسافة قصيرة لا تتجاوز 45 متراً تقريباً.

**الصورة (1): صورة للجهة الشرقية من البرج الأول في مدينة سوسة الأثرية تظهر مستوى وصول الأمواج إلى المدماك الرابع من الأساسات**




**المصدر: تصوير الباحث**

[1] ورقة عمل للباحث في مؤتمر الملتقى الثاني لخبراء الآثار الوطنيين.

**الصورة (2): صورة من الجهة الشمالية الغربية للبرج الأول حيث نلاحظ تساقط الكتل الحجرية من أعلى البرج لتكون حاجز كاسر للأمواج**




**المصدر: تصوير الباحث**

**الصورة (3): صورة في ستينيات القرن العشرين تبين حجارة رصف شارع الديكومانوس في مدينة سوسة الأثرية**




**المصدر: إعداد الباحث استنادا على البعثة الأثرية لجامعة ميتشيجن، أرشيف صور مراقبة آثار شحات**

الصورة (4): صورة في عام 2012م تبين سقوط حجارة رصف شارع الديكومانوس في البحر




المصدر: تصوير الباحث

**المنطقة المستهدفة بمشروع الحماية**

إن طبوغرافية الموقع ذو المستوى المنخفض للقطاع الغربي من الموقع الأثري للمدينة يجعله عرضة لأمواج وتيارات البحر، مما أدى إلى أضرار كبيرة في المعالم الأثرية التي سبق ذكرها أعلاه. أما بالنسبة للقطاع الشرقي فارتفاعه عن مستوى سطح البحر بمقدار 24 مترا يحمي معظم معالمه الأثرية ما عدا مبنى المسرح الهلنستي–الروماني المشيد في المنطقة المنخفضة من هذا القطاع.[1] ولذا يعد القطاع الغربي من المدينة الأثرية المنطقة الأساسية المستهدفة بالحماية، ويصبح طول الشاطئ المستهدف بتشييد نظام الحماية من البوابة الغربية (الصورة 6) إلى نهاية شارع الديكومانوس الذي تطل عليه الكنيسة الشرقية (الصورة 7) يقدر بحوالي 515 مترا ( G2 إلى G13 في الشكل 1)، غير أنه يمكن التوسع في امتداد المنطقة المستهدفة باتجاه الشرق نحو الأكروبوليس لمسافة 100 متر تقريبا وذلك من أجل حماية تلك المنطقة التي توقفت فيها أعمال تنقيب البعثة الأثرية الفرنسية عام 2011م ، والمشتملة على الغرف الصخرية والأوعية المحفورة في الصخر وغيرها من المعالم الأثرية القريبة من الشاطئ في منطقة الأكروبوليس.[2] وفي الجزء المنخفض من القطاع الشرقي فأن المنطقة المستهدفة هي الشاطئ القريب من المسرح الهلنستي–الروماني بطول 45 متر تقريباً (G18 في الشكل 1). ومن أجل اختيار نوع التشييد الملائم لحماية الشاطئ في المنطقة المستهدفة يجب أولا

[1] D. White, "Excavations at Apollonia, Cyrenaica”, American Journal of Archaeology, vol. 70, (1966), pp. 262-263.

[2] كان سبب توقف أعمال تنقيب البعثة الأثرية الفرنسية الأحداث التي حصلت عام 2011م.

التعرف على أنواع الحماية المختلفة، ثم دراسة العوامل المتحكمة في قرار اختيار النوع الملائم للمنطقة المستهدفة، وأخيرا وضع الخطوط العريضة المتبعة في معايير التصميم.

**الصورة (5):** صورة تبين قرب وصول مياه البحر لمعالم مبنى المسرح الهلنستي–الروماني في القطاع الشرقي من مدينة سوسة الأثرية




**المصدر: إعداد الباحث استنادا على**

Fadel Ali Mohamed, Apollonia: Port of Cyrene, Dar al-Anies Publishing, (Misurata, 2006)

**اختيار النوع الملائم للحماية ومعايير التصميم :**

يتطرق هذا الجزء من البحث لمعلومات ورسوم توضيحية عن الملامح الإنشائية لمشاريع حماية الشواطئ، حيث تكون التفاصيل عن هذه الحلول أساس لمقارنة كل نوع من هذه الإنشاءات مع الآخر. توجد أهمية لتعيين وفهم أسباب تعرية وتآكل الشواطئ لكلا من المدى القصير والطويل قبل مباشرة اختيار أي وسيلة لحماية الشواطئ، حيث أن تجاهل معرفة الأسباب قد ينتج عنه تصميم وإنشاء حلول غير فعالة لحماية الشاطئ، وعلى الرغم من أن أهم أعراض تآكل الشواطئ تحدث أثناء العواصف، إلا أنه هناك أسباب أخرى عديدة طبيعية وبشرية تحتاج إلى دراسة شاملة؛ الأسباب الطبيعية للتآكل هي التي تحدث نتيجة لرد فعل الشاطئ لتأثيرات الطبيعة، بينما التآكل الناتج عن التدخل البشري يحدث حينما يؤثر النشاط البشري في نظام الطبيعة.[1]

[1] US Army Corps of Engineers, Shore Protection Manual, vol. II, Ch. 6, p. 1.

إن أنواع الإنشاءات التي تستخدم لحماية الشواطئ تختلف حسب الغرض المراد منها وتنقسم إلى ثلاثة أنواع رئيسية: الجدران الإسمنتية البحرية Seawalls والحواجز البحرية Bulkheads والحواجز الحجرية Revetments.[1] ويعود الفرق بين هذه الأنواع أساسا للغرض من المصد، حيث يتم تحديد الخطوط العريضة للتشييد في فترة التخطيط لملائمة الغرض المقصود، وبصفة عامة تعد الجدران الإسمنتية البحرية إنشاءات ضخمة وهي مصممة لإعطاء أكبر مقاومة لقوة حركة الأمواج، أما الحواجز البحرية فهي تأتي بعدها في الترتيب من حيث الحجم وبينما لا تكون عرضة لحركة أمواج شديدة إلا أنها يجب أن يتم تصميمها لمقاومة


الصورة (6): الجهة الغربية للقطاع الغربي من شاطئ المنطقة المستهدفة بالحماية




المصدر: تصوير الباحث

الصورة (7): الجهة الشرقية للقطاع الغربي من شاطئ المنطقة المستهدفة بالحماية

[1] Ibid.





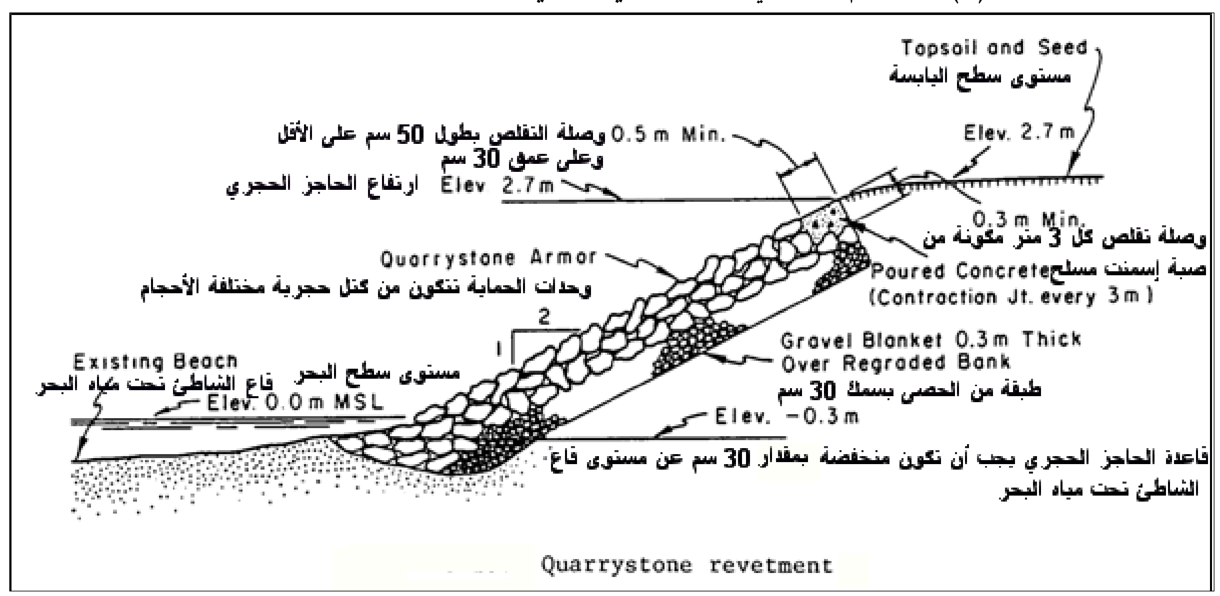

**المصدر: تصوير الباحث**

التآكل الناتج عن الأمواج في الموقع، أما بالنسبة للحواجز الحجرية فعلى العموم هي الأصغر حجما لأنها مصممة لحماية الشاطئ من التآكل الناتج عن حركة الأمواج أو التيارات البحرية؛ وتنقسم الحواجز الحجرية المستخدمة لحماية الشواطئ إلى نوعين: إما نوع أسمنتي صلب (جامد) يتم صبه في الموقع أو نوع مرن يتكون من وحدات منفصلة (الشكل 3).[1]

الاعتبارات الرئيسية لاختيار نوع التشييد الأفضل لحماية الشاطئ هي: حالة الأساسات، والتعرض لحركة الأمواج، وتوفر مواد التشييد.[2] بالنسبة لحالة الأساسات فهي يمكن أن تؤثر على اختيار نوع التشييد لأنه أولاً، يجب أن يكون الأساس ملائم لنوع التشييد؛ حيث أن أي تشييد يعتمد على الاختراق من أجل التثبيت والاستقرار بالطبع لن يكون ملائم لأساس صخري، أما إذا كان الأساس السفلي طري وناعم (رملي) فسيكون ملائم لتشييد كيان مكون من كتل حجرية بأحجام مختلفة أو أي نوع آخر من التشييد بخاصية مرنة.[3] وثانياً، أي تشييد للأنواع الثلاث المذكورة أعلاه يمكن أن ينتج عنه هبوط في الأساس السفلي مما يسبب في انهيار التشييد؛ ولذا يجب حماية الجدار الأسمنتي البحري من تأثيرات الهبوط الناتج.

[1] Ibid.
[2] US Army Corps of Engineers, Shore Protection Manual, vol. II, Ch. 6, p. 13.
[3] Ibid., Ch. 6, p. 14.

الشكل (3): التصميم الهندسي لحاجز بحري حجري Quarrystone Revetment




**المصدر: إعداد الباحث استنادا على**

**US Army Corps of Engineers, Shore Protection Manual, vol. II, Coastal Engineering Research Center, (Washington, D. C., 1984)**

عن انخفاض الأساس وذلك لثقل الجدار نفسه.[1] أما عن التعرض لحركة الأمواج فهي يمكن أن تكون العامل المتحكم في اختيار نوع التشييد لحماية الشاطئ وكذلك في اختيار التفاصيل الهندسية للتصميم؛ ففي المناطق المتعرضة لحركة أمواج قوية لا يمكن استخدام إنشاءات خفيفة حيث يتم استخدام جدران أسمنتية بحرية بشكل مقوس في تلك المناطق.[2] أما من حيث عامل توفر مواد التشييد فهو متعلق بتكلفة التشييد؛ فإذ لم تكن مواد التشييد متوفرة محلياً بالقرب من الموقع، أو كان هناك نقص في المواد، يمكن أن تكون عملية تشييد حماية الشاطئ غير قابلة للتنفيذ اقتصاديا من حيث ارتفاع التكلفة، وفي هذه الحالة يمكن اللجوء إلى اختيار نوع آخر من التشييد بتكلفة أقل وبالطبع ستقل درجة الحماية المرجوة من هذا التشييد.[3]

يجب الإيفاء بعدة معايير حين تصميم الإنشاءات الشاطئية وقد تكون هذه المعايير متناقضة في بعض الأحيان وهي تشمل: عوامل استقرار التشييد والأداء الوظيفي والتأثير على البيئة والتكلفة؛ مما يزيد من التحديات التي تواجه مهندس التصميم.[4] وعادة ما يتم التعبير عن معايير استقرار التشييد بالشروط التي يجب أن تتوفر من أجل تحمل التشييد أقصى الظروف دون حصول أضرار كبيرة به.[5] هذه الظروف تشمل الأمواج الشديدة التي تحدث في فترات نادرة كل 50 أو 100 سنة، ويمكن أن تشمل هذه الظروف التغير في عمق

---

[1] Ibid.
[2] Ibid
[3] Ibid.
[4] Ibid., Ch. 7, p. 1.
[5] Ibid.

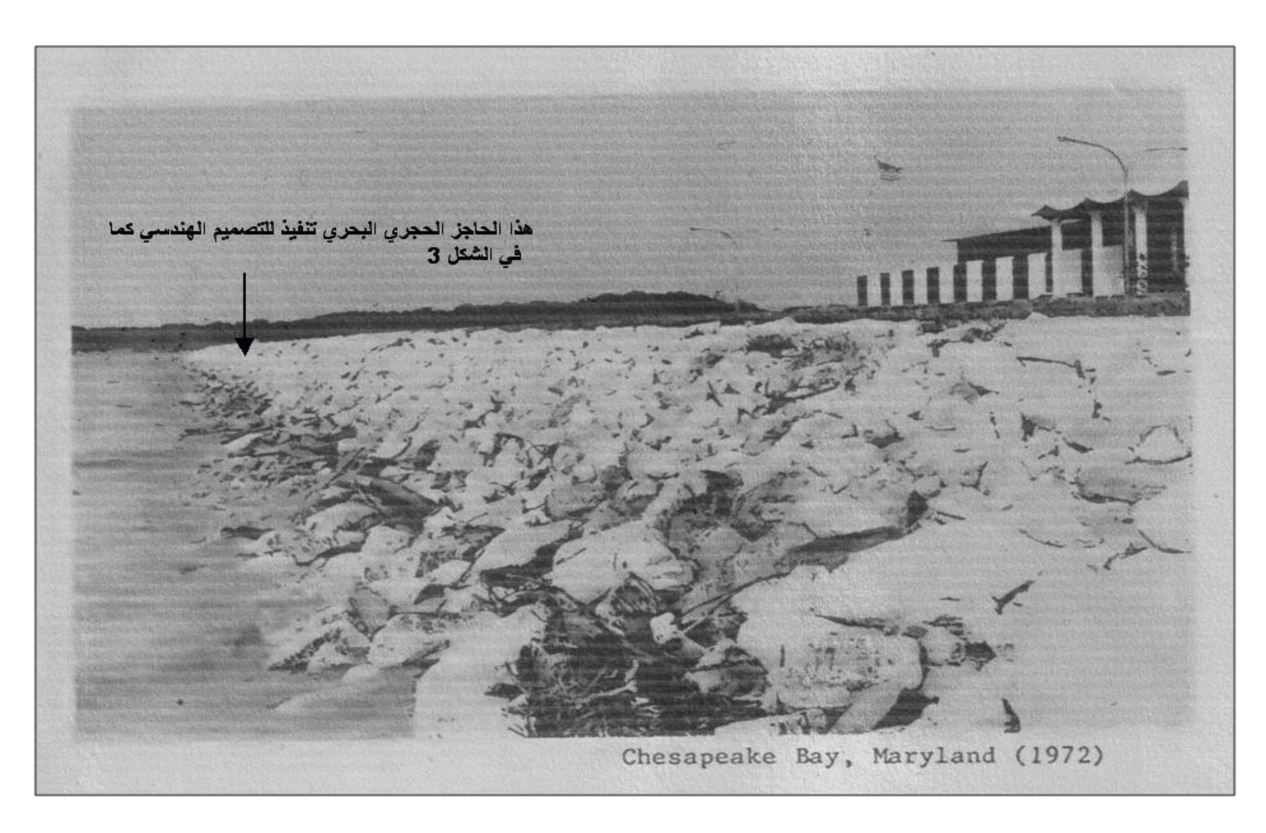
المياه أو حوادث اصطدام بسفن كبيرة.[1] ويعتمد مدى الإيفاء بهذه المعايير على الوصول إلى حل وسط من أجل تخفيض تكلفة التشييد؛ حيث يمكن أن يدل التحليل على أن عواقب الأضرار العرضية تعد يسيرة بالمقارنة بارتفاع تكلفة التشييد من أجل الحماية من تأثيرات وقائع نادرة الحدوث.[2] أما الأداء الوظيفي فيتم التعبير عنه بمصطلح التأثيرات المرغوب فيها التي يحدثها التشييد على البيئة المحيطة أو الوظيفة المقصودة بالتشييد.[3] فعلى سبيل المثال، إذا كانت معايير الأداء لحاجز بحري في ميناء معين يتم التعبير عنها بمصطلح أقصى أحوال للأمواج المسموح بها في منطقة الميناء؛ إذن يمكن تصميم الحاجز بميزات تؤثر على انتقال الأمواج للإيفاء بهذه المعايير.[4] ويمكن عند مراعاة الأداء الوظيفي للتشييد الوصول أيضاً إلى حل وسط من أجل الوصول إلى تكلفة مبدئية مقبولة حين تعد تكلفة إصلاح وصيانة العواقب الناتجة عن قصور الأداء يسيرة.[5] تتطلب التكلفة العالية لمعظم الإنشاءات الشاطئية أن يكون تحليل المخاطر والتكلفة على مدى عمر المشروع جزء متكامل من جهود التصميم.[6]

عند النظر في طبيعة شاطئ المنطقة المستهدفة بالحماية في مدينة سوسة الأثرية نجد أن حالة أساسات الموقع هي حجرية في جزء منها (الصورة 6) ورملية في الجزء الآخر (الصورة 7)، أما من حيث قوة أمواج البحر متوسطة معظم السنة بالمقارنة بأمواج المحيط العالية والشديدة ولكن تزداد قوتها أثناء فصل الشتاء، وبالنسبة لتوفر مواد التشييد محلياً فيمكن الحصول على المكونات الأساسية مثل الكتل الحجرية والحصى من المحاجر والكسارات القريبة من الموقع، أما المواد الأخرى مثل الأسمنت فهي متوفرة بالسوق المحلي، وهذه العوامل تخفض من تكلفة المشروع، ولذا حين أخذ جميع هذه الاعتبارات الرئيسية معاً يمكن الوصول إلى نتيجة اختيار نوع الحاجز الحجري البحري Revetment من النوع المرن (الصورة 8).[7] إن الخطوط العريضة لمعايير التصميم للحاجز البحري الحجري المقترح والتي يستوجب إتباعها من قبل مهندس المشروع بعد أخذ القياسات اللازمة يجب أن تتوفر فيها عوامل استقرار من حيث مقاومة الأمواج القوية وبالأخص في

---

[1] Ibid.
[2] Ibid.
[3] Ibid.
[4] Ibid.
[5] Ibid
[6] Ibid.
[7] يمكن الاستدلال على قوة أمواج البحر في فصل الشتاء على شاطئ مدينة سوسة بفحص الصورة (1) في هذا البحث للجهة الشرقية من البرج الأول حيث يتضح وصول الأمواج إلى المدماك الرابع من أساسات البرج، وكذلك الصورة (2) في هذا البحث للجهة الشمالية الغربية للبرج الأول تبين وصول أمواج البحر لمستوى أعلى في فصل الشتاء.

**الصورة (8):** صورة تبين نوع الحاجز الحجري البحري في منطقة تشاسبيك بي بالولايات المتحدة Chesapeake Bay, U.S.A




**المصدر: إعداد الباحث استنادا على**

US Army Corps of Engineers, **Shore Protection Manual**, vol. II, Coastal Engineering Research Center, (Washington, D. C., 1984)

فصل الشتاء، ويجب أيضاً مراعاة الأداء الوظيفي المتوقع من حيث توفير نسبة عالية من الحماية.[1] وتعد الآثار الجانبية لهذا المشروع ضئيلة جداً، فالمخاطر البيئية الناتجة عن تنفيذ مشروع الحماية تصل إلى أدنى حد، ولن

[1] يجب على مهندس التصميم تحديد أحوال الأمواج وذلك بتقييم كل بيانات الأمواج التي تنطبق على موقع المشروع، وبينما توجد صعوبة في تأكيد البيانات من الملاحظة البصرية للأمواج القوية أثناء العواصف، ولكن الملاحظة البصرية يمكن أن تزود مهندس التصميم بإشارة إلى مقياس ارتفاع الأمواج وفترة ترددها واتجاهها ومدة العاصفة ومدى تكرر حدوثها، وقد تم تطوير معدات قياس لتحديد ارتفاع الموجة وفترة ترددها واتجاهها عند نقطة معينة، حيث يعد تحليل بيانات اتجاه الأمواج ضرورية للتصميم ولكن يمكن تقديرها من بيانات اتجاه الرياح إذا تعذر قياسها بالمعدات؛ وهناك تأثير كبير لأحوال الأمواج على التصميم الهندسي من حيث استقرار التشييد وأدائه الوظيفي. وحالما يتم تقدير خصائص أحوال الأمواج، يجب على مهندس التصميم أن ينظر في إذ ما كان ارتفاع الأمواج يعتمد على عمق مياه البحر في منطقة الشاطئ. وربما تتفاوت قوة حركة الأمواج المؤثرة على تشييد الحماية (الحاجز الحجري البحري) عند عدة نقاط على طول التشييد وكذلك يتفاوت مستوى المياه عند أي قطاع معين، ولهذا السبب يجب تقدير أحوال الأمواج على نقاط مختلفة على طول موقع التشييد وعند مستويات مختلفة للمياه. وحالياً تتوفر عدة إجراءات تحليلية لتقدير أقصى قوة أمواج مؤثرة على التشييد أو لحساب الأوزان المناسبة لوحدات الكتل الحجرية التي تشكل الحاجز الحجري. وتعد القياسات التي يقوم بها مهندس التصميم في الموقع مهمة جداً، إذ أنها تتحكم في ارتفاع الحاجز الحجري البحري ودرجة ميله من الشاطئ المستند عليه؛ للمزيد راجع: US Army Corps of Engineers, Shore Protection Manual, vol. II, Ch. 7, pp. 3-5.

يسبب مشروع الحماية أي تغيير أو تحوير على المعالم الأثرية القريبة من الشاطئ أو الآثار الغارقة، وذلك لأن منطقة الشاطئ المقترح إقامة مشروع الحماية عليها أصبحت منطقة فاصلة بعرض ما بين 10 إلى 50 متراً ما بين المعالم الأثرية على الشاطئ ومرافق الميناء الغارقة، حيث أن قوة الأمواج قامت بتفتيت وتحريك جميع أساسات المباني المتواجدة على الشاطئ كما يوضح تقرير أعمال التنقيب تحت الماء التي أجريت في ميناء سوسة الأثري بإشراف فلمنج.[1]

**الخاتمة :**

تعتمد عوامل ارتفاع منسوب البحر وهبوط مستوى الساحل في مدينة سوسة في الأساس على التغير التدريجي عبر فترات زمنية طويلة، حيث تشير كل الأدلة من فترة الاستيطان المبكر في القرن السادس ق.م إلى الفترتين الرومانية والبيزنطية من القرن الأول ق.م إلى القرن الرابع الميلادي إلى أن التغيرات في مستوى سطح البحر وهبوط مستوى الساحل في المدينة تعد حقيقة مثبتة، والخلاصة أن أقدم المباني في ميناء المدينة الأثري المغمور حالياً تحت سطح مياه البحر على عمق 2 متر تقريباً كانت أعلى من سطح البحر بحوالي 50 سنتيمتر. وحتى في الفترة الحديثة توجد أدلة واضحة على تغير شكل الشاطئ في المدينة وغمر المياه لبعض المعالم الأثرية منذ القرن التاسع عشر إلى القرن العشرين.

لا شك في حدوث أضرار كبيرة للمعالم الأثرية القريبة من شاطئ البحر في مدينة سوسة خلال العقود الخمس الأخيرة جراء حركة الأمواج العالية والتيارات البحرية خصوصا في فصل الشتاء، ولذا هناك حاجة ملحة للتحرك لإنقاذ هذه المعالم الأثرية من خطر الانجراف والانهيار. وقد تم التوصل في هذا البحث إلى إمكانية تشييد حاجز بحري حجري على الشاطئ بطول 515 مترا ليكون مصدا للأمواج والتيارات البحرية. وقد قام الباحث بتحليل التأثيرات الجانبية للمشروع على كلا من المعالم الأثرية القريبة من الشاطئ والآثار الغارقة، وخلص إلى أن أي تأثيرات تحصل جراء هذا المشروع تعد طفيفة، وذلك لأن اتخاذ الإجراءات المناسبة بالنسبة للمعالم الأثرية القريبة من الشاطئ ستضمن عدم إحداث أي تغيير أو تحوير على تلك المعالم أثناء تنفيذ المشروع، أما بالنسبة للآثار الغارقة فتفصلها عن منطقة مشروع الحماية منطقة فاصلة تمتد من الشاطئ إلى الشمال بعرض ما بين 10 إلى 50 مترا، وهذه المنطقة خالية تماماً من أي معالم أثرية.

وتجدر الإشارة إلى أن معايير التصميم الهندسي للمشروع المقترح هي خطوط عريضة لتكون دليل للمسؤولين أثناء مرحلة التصميم والتعاقد مع الشركة المنفذة، أما الشكل النهائي لنظام الحماية فيعتمد على القياسات التي يقوم بها مهندس المشروع في الموقع. ويقر الباحث بصعوبة بدء تنفيذ المشروع في ظل العجز المالي الحالي الذي تواجهه ميزانيات جميع المصالح الحكومية، ولكن قد تم النظر في موضوع خفض التكلفة وذلك عن طريق توفر معظم مواد التشييد محلياً إذ ما تم الشروع في مرحلة التصميم الهندسي ومرحلة التنفيذ

[1] . راجع هامش رقم 10 في هذا البحث.

وفقا للخطوط العريضة المقترحة في هذا البحث حين توفر التمويل من الجهات المختصة، وتكمن إمكانية تنفيذ هذا الحل في تعاون الجهات الحكومية المختصة مع مصلحة الآثار وإذ ما تعذر الحصول على تمويل لهذا المشروع من الجهات الحكومية ذات الاختصاص يمكن اللجوء إلى طلب تعاون منظمة الأمم المتحدة للتربية والعلوم والثقافة (اليونسكو) UNESCO من أجل إيجاد مصادر تمويل بديلة، حيث أن من مهام هذه المنظمة حماية التراث الإنساني من الاختفاء. فكلما تأخر تنفيذ مشروع الحماية كلما تفاقمت الأضرار بهذه المعالم، ولذا يعد مدى سرعة تنفيذ الحماية عاملاً مهماً في إنقاذها والمحافظة عليها، وعندما يتم تنفيذ هذا المشروع سيكون نموذجا يحتذي به لحماية المواقع الأثرية القريبة من الشاطئ في المدن الأخرى.

وأخيراً، بما إن الميناء الأثري المغمور بمياه البحر أصبح عرضة للانتهاكات من قبل هواة جمع الآثار الغارقة وغيرهم، عليه يوصي الباحث بضرورة تشديد نظام الحماية من قبل الأجهزة الرقابية ذات العلاقة حتى يتم منع عمليات الغوص غير المرخص لها واستخراج اللقى الأثرية مثل الفخار والعملات والمنحوتات أو أية عناصر لمواد البناء الخاصة بالميناء المغمور بمياه البحر بدون آلية متابعة وجرد وتصنيف تحت إشراف واعتماد إدارة مصلحة الآثار.